

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

DE 3512438 (1)
H02P7/638A-

①2 Offenlegungsschrift
①1 DE 3512438 A1

⑤1 Int. Cl. 4:
H02P 7/62

②1 Aktenzeichen: P 35 12 438.5
②2 Anmeldetag: 4. 4. 85
④3 Offenlegungstag: 14. 11. 85

-1- BASIC DOC. -

H02P7/638A

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1

09.04.84 NL 84.01 126

⑦1 Anmelder:

Capax B.V., Eindhoven, NL

⑦4 Vertreter:

Mitscherlich, H., Dipl.-Ing.; Gunschmann, K.,
Dipl.-Ing.; Körber, W., Dipl.-Ing. Dr.rer.nat.;
Schmidt-Evers, J., Dipl.-Ing.; Melzer, W., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anw., 8000 München

⑦2 Erfinder:
Blom, Anton, Eindhoven, NL

⑤4 Motorregelschaltung

Motorregelschaltung für einen aus dem Wechselstromnetz zu speisenden Reihomotor, dessen Motorstrom mittels eines Reihenelementes mit veränderlichem Leitungswinkel gesteuert wird und über einen Strommeßfühler ein Meßsignal erzeugt, das in einer ersten Stufe in einen Meßwert umgewandelt wird, der in einer weiteren Stufe mit einem Stellwert kombiniert und mittels eines Betätigungsorgans zu einem Regelsignal für das erwähnte Reihenelement bearbeitet wird. Erfindungsgemäß enthält die erste Stufe ein nicht-lineares Element, derart, daß eine Änderung des Meßsignals in einem ersten Teil des Regelgebiets eine dazu unproportionale größere, relative Änderung des Meßwerts hervorruft, während das Betätigungsorgan derart der weiteren Stufe zugeordnet ist, daß die Betätigung des Organs gegenseitig gleiche, relative Änderungen des Meßwerts und des Stellwerts hervorruft.

DE 3512438 A1

DE 3512438 A1

4. April 85

Motorregelschaltung.

3512438

ANSPRUECHE

1. Schaltung zum Regeln der Geschwindigkeit und/oder des Drehmoments eines wenigstens im wesentlichen elektromotorisch angetriebenen Handwerkzeugs, einer Tischmaschine oder eines Haushaltgeräts mit einem aus dem Wechselstromnetz zu speisenden Reihomotor, dessen Motorstrom mittels eines in den Motorspeisestromkreis eingefügten Reihenelements mit veränderlichem Leitungswinkel besteuert wird und über einen Strommessfühler der Regelschaltung ein Motorstrommeßsignal zuführt, das in einer Stufe der Regelschaltung in einen Messwert umgewandelt wird, der in einer weiteren Stufe der Regelschaltung mit einem Stellwert kombiniert und mittels eines vom Gebraucher zu betätigenden Betätigungsorgans, bis zu einem für Regelung des Leitungswinkels des Reihenelements geeigneten Regelsignal bearbeitet wird, dadurch gekennzeichnet, daß die zuerst genannte Stufe (24,25,26;34,35,36;44,45,46) ein nicht-lineares Element (22,23;30,47) enthält, derart, daß eine Änderung des Motorstrommeßsignals in einem ersten Teil des Regelgebiets eine dazu unproportionale grössere, relative Änderung des Messwerts hervorruft, während das Betätigungsorgan ($10_v, 22_v, 24_v$) derart der weiteren Stufe (11,12,13;21, 23,24_v,25) zugeordnet ist, daß Betätigung des Organs gegenseitig gleiche, relative Änderungen des Messwerts (e_m) und des Stellwerts (e_s) hervorruft.
2. Motorregelschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das nicht-lineare Element (22;23;30) am Eingang eines der zuerst genannten Stufe zugehörigen Verstärkers (24;34) angebracht ist.
3. Motorregelschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das nicht-lineare Element am Ausgang eines der zuerst genannten Stufe zugehörigen Verstärkers angebracht ist.
4. Motorregelschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das nicht-lineare Element (47) zum Rückkoppelnetzwerk (45-48) eines der zuerst genannten Stufe zugehörigen Verstärkers (44) gehört.

5. Motorregelschaltung nach Anspruch 1,2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das nicht-lineare Element eine Reihenimpedanz (23) mit positivem Spannungskoeffizienten ist.
6. Motorregelschaltung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das nicht-lineare Element ein Reihenwiderstand (23) mit positivem Temperaturkoeffizienten ist.
7. Motorregelschaltung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das nicht-lineare Element eine als Reihenelement aufgenommene Glühbirne ist.
- 10 8. Motorregelschaltung nach Anspruch 1,2 oder 3 dadurch gekennzeichnet, daß das nicht-lineare Element eine Parallelimpedanz (22) mit negativem Spannungskoeffizienten ist.
9. Motorregelschaltung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das nicht-lineare Element ein Parallelwider-
- 15 stand (22) mit negativem Temperaturkoeffizienten ist.
10. Motorregelschaltung nach Anspruch 1,2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das nicht-lineare Element eine Diode (30) ist.
11. Motorregelschaltung nach Anspruch 1,2 oder 3,
- 20 dadurch gekennzeichnet, daß das nicht-lineare Element ein Transduktor mit einem sättigbaren, magnetischen Kreis ist.
12. Motorregelschaltung nach Anspruch 1, wobei das Gegenkoppelnetzwerk des Verstärkers eine Impedanz enthält, deren Impedanzwert den Übertragungsfaktor des Verstärkers
- 25 bestimmt, dadurch gekennzeichnet, daß dieser Impedanz eine Zenerdiode (47) zugeordnet ist.
13. Motorregelschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zuerst genannte Stufe ein Digitalsignalverarbeitungselement, z.B. einen Mikroprozessor, enthält.
- 30 14. Motorregelschaltung nach Anspruch 1, wobei der Messwert und der Stellwert am Eingang eines der weiteren Stufe zugehörigen Verstärkers über die betreffenden Reihenimpedanzen addiert werden, die an ihren Ausgangsenden mit einem gemeinsamen Eingang des Verstärkers verbunden sind,
- 35 dadurch gekennzeichnet, daß die äquivalente Ersatzimpedanz (r_v) des Betätigungsorgans (R_v) mindestens einen Teil der gemeinsamen Eingangsimpedanz (10_v) bildet.

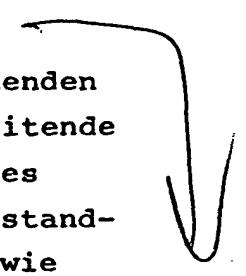
15. Motorregelschaltung nach Anspruch 1, wobei die weitere Stufe einen Verstärker mit einer Ausgangsimpedanz enthält, dadurch gekennzeichnet, daß die äquivalente Ersatzimpedanz (r_v) des Betätigungsorgans (R_v) mindestens einen 5 Teil der Ausgangsimpedanz (22_v) bildet.

16. Motorregelschaltung nach Anspruch 1, wobei die weitere Stufe einen Verstärker mit einer Gegenkoppelimpedanz enthält, dadurch gekennzeichnet, daß die äquivalente Ersatzimpedanz (r_v) des Betätigungsorgans (R_v) mindestens einen 10 Teil der Gegenkoppelimpedanz ($23, 24_v, 25$) bildet.

Die Erfindung betrifft eine Schaltung zum Regeln der Geschwindigkeit und/oder des Drehmoments eines wenigstens im wesentlichen elektromotorisch angetriebenen Handwerkszeugs, einer Tischmaschine oder eines Haushaltgeräts mit einem aus
5 dem Wechselstromnetz zu speisenden Reihomotor, dessen Motorstrom mittels eines in den Motorspeisestromkreis eingefügten Reihenelements mit veränderlichem Leitungswinkel besteuert wird und über einen Strommessfühler der Regelschaltung ein Motorstrommeßsignal zuführt, das in einer
10 Stufe der Regelschaltung in einen Messwert umgewandelt wird, der in einer weiteren Stufe der Regelschaltung mit einem Stellwert kombiniert und mittels eines vom Gebraucher zu betätigenden Betätigungsorgans, bis zu einem für Regelung des Leitungswinkels des Reihenelements geeigneten Regelsignal
15 bearbeitet wird.

Bei elektrischen Handbohrmaschinen, Tischbohrmaschinen und bei daraus abgeleiteten oder damit vergleichbaren anderen Werkzeugen und Tischmaschinen, die im allgemeinen als "Power tool" (Kraftwerkzeug) bezeichnet werden und ferner bei
20 verschiedenen Arten von Haushaltgeräten wird eine solche Regelschaltung, in der die sich auf das Motorverhalten beziehende Messinformation durch einen Strommeßfühler aus dem Motorstrom abgeleitet wird, seit einiger Zeit stets häufiger als eine Regelschaltung verwendet, in der die Messinformation
25 durch einen mit der Motorwelle gekuppelten Tachogenerator erzielt wird. Als Strommeßfühler kann z.B. eine im Motorspeisekreis untergebrachte Reihenableitung oder ein diesem Stromkreis zugesetzter Stromtransformator oder magnetischer Detektor benutzt werden.

30 Der Vorzug einer mit einem Strommeßfühler arbeitenden Regelschaltung über eine mit einem Tachogenerator arbeitende Regelschaltung hat mehrere Gründe. Die Verwendung eines Tachogenerators bringt den Zusatz eines gesonderten Bestandteils (des Tachogenerators selbst) am Motor mit sich, wie
35 auch die für eine solche Verwendung notwendige Verlängerung der Motorwelle und die aus dem Zusatz des Tachogenerators entstehende Zunahme des vom Motor mit dem Tachogenerator

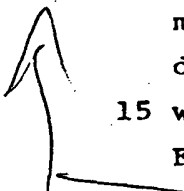


beanspruchten Raums. Weitere Nachteile sind, daß die Regelschaltung infolge des sehr geringen Abstands zwischen dem Tachogenerator und dem Motorkollektor eine verhältnismässig hohe Störempfindlichkeit aufweist, während ausserdem die

5 Amplitude der vom Tachogenerator abgegebenen Messimpulse von der Motordrehzahl abhängig ist. Es wird einleuchten, daß insbesondere die zuerstgenannten, drei Nachteile beim Entwurf eines Handwerkzeugs, einer Tischmaschine oder eines Haushaltgeräts möglichst geringer Abmessungen eine wesentliche Rolle

10 spielen, da nämlich die Regelschaltung wenigstens grössenteils in Form einer integrierten Schaltung in einem möglichst kleinen Raum untergebracht werden soll. Der Vorzug für eine mit einem Strommessfühler wirkende Regelschaltung, die von den vorerwähnten Nachteilen einer mit einem Tachogenerator

15 wirkenden Regelschaltung frei ist, ergibt sich aus solchen Erwägungen.



Demgegenüber steht jedoch, daß eine mit einem Tachogenerator arbeitende Regelschaltung Vorteile hat, die bisher mit einer mit einem Strommeßfühler arbeitenden, Motorregelschaltung, auf die sich der Erfindung bezieht, nicht erzielt wurden. Es kann insbesondere festgestellt werden, daß eine mit einem Tachogenerator arbeitende Motorregelung eine im Bereich der möglichen Motordrehzahlen einstellbare und dann von der Belastung unabhängige Drehzahl nur schafft bis der

25 für eine betreffende Drehzahl von der Motorkarakteristik bedingte Grenzwert der Belastung erreicht oder angenähert wird. In dieser Hinsicht unterscheidet sich eine mit einem Tachogenerator arbeitende Regelschaltung sehr günstig von den mit einem Strommeßfühler arbeitenden Regelschaltungen der

30 bisher bekannten Art, die einerseits beim Übergang von dem unbelasteten Zustand in eine verhältnismässig geringe Motorbelastung und anderseits bei einer nach dem Erreichen einer verhältnismässig hohen Drehzahl auftretenden Belastungszunahme eine unerwünscht starke Senkung der Motordrehzahl

35 zeigen.

Die Erfindung bezweckt, in dieser Hinsicht eine Verbesserung zu schaffen und eine Motorregelschaltung der mit einem Strommeßfühler arbeitenden Art derart zu verbessern,

daß auch der im vorhergehenden Absatz erwähnte Leistungs-
unterschied zwischen einer mit einem Tachogenerator wirkenden
Regelschaltung und eine mit einem Strommeßfühler wirkenden
Regelschaltung wegfällt und die Verwendung einer Motorregel-
5 schaltung letzterer Art nicht mehr hemmt.

Erfindungsgemäss ist eine Motorregelschaltung der
eingangs erwähnten Gattung derart ausgeführt, daß die zuerst
genannte Stufe ein nicht-lineares Element enthält, derart,
daß eine Änderung des Motorstrommeßsignals in einem ersten
10 Teil des Regelgebiets eine dazu unproportionale, grössere,
relative Änderung des Messwerts hervorruft, während das
Betätigungsorgan derart der weiteren Stufe zugeordnet ist,
daß Betätigung des Organs gegenseitig gleiche, relative
Änderungen des Messwerts und des Stellwerts hervorruft. Diese
15 Massnahmen bringen mit sich, daß sowohl im Teil des Regel-
bereichs, in dem ein Übergang von dem unbelasteten Zustand in
eine verhältnismässig geringe Motorbelastung auftritt, als
auch im Teil des Regelbereichs, in dem bei hoher Motordreh-
zahl z.B. eine Belastungszunahme auftritt, eine wesentlich
20 geringere Senkung der Motordrehzahl auftritt als bisher bei
einer Regelschaltung der hier betreffenden Art der Fall war.
Es ist einleuchtend, daß solche unerwünschte Drehzahl-
verringerungen für den Gebraucher besonders hinderlich sind,
so daß die Wirkung der erfindungsgemäss vorgeschlagenen
25 Massnahmen besonders in Bezug auf Betätigungsbequemlichkeit
nach vorne kommt.

Die der Motorregelschaltung zugehörige, zuerst genannte
Stufe, die erfindungsgemäss das nicht-lineare Element enthal-
ten soll, kann aus einem Netzwerk mit ausschliesslich passiven
30 Elementen aber gegebenenfalls aus einem Verstärker bestehen.
Besonders im letzteren Fall schlägt die Erfindung als
gegebenenfalls miteinander zu kombinierende, praktische
Möglichkeiten einer Verwirklichung der erfindungsgemässen
Massnahmen vor, daß das nicht-lineare Element am Eingang
35 und/oder am Ausgang eines d r ersten Stufe zugehörigen
Verstärkers angebracht ist, bzw. zum Rückkoppelnetzwerk eines
solchen Verstärkers gehört.

Auch für die Ausbildung des zuzufügenden, nicht-linearen

Elements schafft die Erfindung verschiedene Möglichkeiten. Sowohl wenn die erste Stufe aus einem Netzwerk mit ausschliesslich passiven Elementen besteht als wenn die erste Stufe einen Verstärker enthält, kann das nicht-lineare

5 Element eine Reihenimpedanz mit positivem Spannungskoeffizienten bilden. Ein Beispiel einer solchen Reihenimpedanz ist ein Feldeffekttransistor. Weniger unmittelbar ergibt sich der Effekt eines positiven Spannungskoeffizienten wenn das nicht-lineare Element ein Reihenwiderstand mit positivem
10 Temperaturkoeffizienten ist. In bestimmten Fällen, z.B. zum Erzielen einer ergänzenden Signalisierungsfunktion, ist es gemäss der Erfindung sogar empfehlenswert, daß das nicht-lineare Element durch eine als Reihenelement aufgenommene Glühbirne ist.

15 Ausser den erwähnten Möglichkeiten schafft die Erfindung noch die Möglichkeit, daß das nicht-lineare Element eine Parallelimpedanz mit negativem Spannungskoeffizienten ist. Ähnlich wie schon erwähnt, enthält dies die Möglichkeit, daß das nicht-lineare Element ein Parallelwiderstand mit negati-
20 vem Temperaturkoeffizienten ist. Andere Möglichkeiten nach der Erfindung sind noch, daß das nicht-lineare Element eine Diode oder ein Transduktor mit einem sättigbaren Magnetkreis ist. Ferner schliesst die Erfindung nicht aus, daß die erste Stufe ein digitales Signalverarbeitungselement, z.B. einen
25 Mikroprozessor, enthält.

Wie bereits bemerkt, ist es für die Erfindung an sich nicht von Bedeutung, ob die erste Stufe ein Netzwerk mit lediglich passiven Elementen, einen Verstärker oder, wie gesagt, ein Digitalsignalverarbeitungselement enthält. Als
30 besondere Möglichkeit für den Fall, daß die erste Stufe einen Verstärker mit Rückkoppelnetzwerk enthält, wobei das Rückkoppelnetzwerk des Verstärkers eine Impedanz enthält, deren Wert den Übertragungsfaktor des Verstärkers bedingt, kann noch angegeben werden, daß dieser Impedanz eine Zener-
35 diode zugeordnet ist.

Die Durchführung einer oder mehrerer der beschriebenen Massnahmen nach der Erfindung hat zur Folge, daß beim Übergang von dem unbelasteten Zustand in einen Zustand verhält-

nismässig geringer Motorbelastung keine starke Verringerung der Motordrehzahl auftritt. Ein solcher Übergang tritt stets beim Einsatz eines elektromotorisch angetriebenen Werkzeugs oder Geräts auf. Wenn dabei eine unerwünscht starke Verringerung der Motordrehzahl auftritt, wird die Aufmerksamkeit des 5
Gebrauchers, der sich gerade auf die "Ausgangsseite" des von ihm betätigten Geräts oder Werkzeugs konzentriert, auf den plötzlich eintretenden Bedarf an Korrektur der gewählten Regeleinstellung abgelenkt. Die erfindungsgemäss vorgeschla-
10 genen Massnahmen erteilen somit einen guten Beitrag an Betätigungskomfort, wie der letztere auch bei Verwendung einer mit einem Tachogenerator arbeitenden Motorregelschaltung empfunden wird.

Wie gesagt, tritt bei einer mit einem Strommeßfühler 15
wirkenden Motorregelschaltung bekannter Art nicht nur in Anlasszuständen sondern auch bei einer nach dem Erreichen einer verhältnismässig hohen Drehzahl auftretenden Relas-
tungs Zunahme eine unerwünschte starke Verringerung der Motor-
drehzahl auf. Es ergibt sich, daß diese Verringerung auf
20 diejenige Weise zurückzuführen ist, in der das Betätigungs-
organ bei der bekannten Motorregelschaltung mit Strommeß-
fühler der weiteren Stufe der Regelschaltung zugeordnet ist. Bei Betätigung des Betätigungsorgans seitens des Gebrauchers tritt eine Änderung des äquivalenten Ersatzimpedanzwertes des
25 Organs auf. Diese Impedanzwertänderung dient dazu, bei der bereits erwähnten Bearbeitung, wobei das Kombinationsresultat des Messwerts und des Stellwerts in der weiteren Stufe der Regelschaltung in das erforderliche Regelsignal für das in den Motorspeisekreis aufgenommene Reihenelement umgewandelt
30 wird, den Übertragungsfaktor zu ändern. Bei den bekannten Regelschaltungen der betreffenden Art wirkt diese Impedanz-
wertänderung offenbar auch auf das Verhältnis ein, in dem der aus der ersten Stufe der Regelschaltung stammenden Messwert und der Stellwert der erwähnten Bearbeitung vorausgehend mit-
35 einander kombiniert werden. Insbesondere in dem betreffenden Fall, in dem die äquivalent Ersatzimpedanz des Betätigungs-
organs nach der auf das Erreichen einer verhältnismässig hohen Drehzahl zielenden Betätigung nur noch ein n geringen

Wert hat, tritt eine unerwünscht starke Verringerung des Messwerts bei dessen Kombination mit dem Stellwert auf. Bei Zunahme der Belastung ergibt sich dadurch eine unerwünscht starke Verringerung der Motordrehzahl.

- 5 Die im vorigen Absatz gegebene Analyse dient zur Erläuterung der schon erwähnten erfindungsgemässen Teilmassnahme, gemäss der das Betätigungsorgan der weiteren Stufe derart zugeordnet ist, daß die Betätigung des Organs gegenseitig gleiche, relative Änderungen des Messwerts und des
10 Stellwerts hervorruft. Es wird einleuchten, daß diese Teilnahme mit sich bringt, daß der Messwert bei der Bildung des Regelsignals in bezug auf den Stellwert ungeändert bleibt, wodurch das Auftreten einer unerwünschten, starken Verringerung der Motordrehzahl auch bei hohen Werten dieser Zahl ver-
15 hütet wird.

Zum Durchführen der betreffenden Teilmassnahme nach der Erfindung gibt diese Erfindung verschiedene, praktische Möglichkeiten.

- Bei einer Motorregelschaltung, wobei der Messwert und
20 der Stellwert dem Eingang eines der weiteren Stufe zugehörenden Verstärkers über betreffende Reihenimpedanzen zugeführt werden, die an ihren Ausgangsenden mit einer gemeinsamen Eingangsimpedanz des Verstärkers verbunden sind, schlägt die Erfindung vor, daß die äquivalente Ersatzimpedanz des
25 Betätigungsorgans wenigstens einen Teil der gemeinsamen Eingangsimpedanz bildet. Ausserdem ist es bei einer Regelschaltung, in der die weitere Stufe einen Verstärker mit einer Ausgangsimpedanz und/oder einer Gegenkopplungsimpedanz enthält, unabhängig von der Weise, in der der Messwert und
30 der Stellwert z.B. am Eingang des Verstärkers kombiniert werden, gemäss der Erfindung auch möglich, daß die äquivalente Ersatzimpedanz des Betätigungsorgans mindestens einen Teil der Ausgangsimpedanz bzw. der Gegenkopplungsimpedanz bildet. Die Änderung des äquivalenten Ersatzimpedanzwerts,
35 die bei Betätigung des Betätigungsorgans auftritt, wird stets in eine entsprechende Änderung des Übertragungsfaktor resultieren, der bei der Umwandlung des Kombinationsergebnisses des Messwerts und des Stellwerts in das für das im Motor-

speisekreis vorgesehene Reihenelement erforderliche Regelsignal eine Rolle spielt, ohne daß dies von einer bisher üblichen Änderung der gegenseitigen Beziehung der beiden Werte begleitet wird.

5 Es sei bemerkt, daß die Erfindung nur eine Richtlinie angibt, für die Weise, in der das Betätigungsorgan bzw. die äquivalente Ersatzimpedanz desselben der Regelschaltung zugeordnet werden soll, wobei die Erfindung nicht auf die besondere Ausbildung des Betätigungsorgans abzielt. Das Organ kann
10 eines beliebigen Typs sein. Es kann z.B. an eine Ausbildung des Betätigungsorgans gedacht werden, das eine mechanische, optische oder magnetische Vorrichtung mit einem elektronischen Bestandteil enthält, wobei der äquivalente Ersatzimpedanzwert durch einfache Handbetätigung geändert werden
15 kann. Ein solcher elektronischer Bestandteil kann z.B. bestehen aus: einem variablen Widerstand oder Potentiometer, einem druckempfindlichen Widerstand aus elektrisch leitendem Kautschuk; eine Lampe oder einer lichtemittierenden Diode in Kombination mit einem lichtempfindlichen Widerstand, einem
20 Phototransistor, einer Photodiode, usw.; einem Hall-Sensor oder einem magnetisch beeinflussbaren Widerstand.

Die Erfindung wird in der nachfolgenden Beschreibung an Hand der beiliegenden Zeichnung näher erläutert, die einige Ausführungsformen darstellt, auf die sich die Erfindung
25 jedoch nicht beschränkt. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 ein Prinzipschaltbild einer vollständigen Motorregelschaltung eines bekannten Typs zur Erläuterung der Probleme, für welche die Erfindung eine Lösung schafft,

die Fig. 2, 3 und 4 einige Ausführungsformen der Erfindung mit dem links in Fig. 1 mit einer gestrichelten Linie umgebenen Detail und
30

die Fig. 5, 6 und 7 einige Ausführungsformen der Erfindung mit dem rechts in Fig. 1 mit einer unterbrochenen Linie umrissenen Detail.

35 Für ein besseres Verständnis der Erfindung wird vor einer weiteren Beschreibung derselben zunächst an Hand der Fig. 1 eine Beschreibung des Prinzips der Ausbildung und der

Wirkung einer mit einem Strommeßfühler arbeitenden Motorregelschaltung bekannter Art gegeben.

Dabei wird von einem Motorspeisekreis ausgegangen, der über zwei Wechselstromspeiseanschlüsse 1 und 2 an ein nicht
5 dargestelltes Wechselstromnetz mit einer Spannung von 220V und einer Frequenz von 50Hz angeschlossen werden kann. Der Motorspeisekreis hat die Form einer Reihenschaltung eines Reihenmotors M, eines Triaks T (gesteuerten Gleichrichters) mit veränderlichem Leitungswinkel und eines Messwiderstands
10 R_m , worüber sich im Betrieb eine zum Motorstrom proportionale und diesen somit vertretende Meßspannung entwickelt.

Der Reihenmotor M hat z.B. eine Nennleistung von 1000W, bei einer Netzspannung von 220V einem Motorstrom von etwa 4,5A entsprechend, mit Möglichkeit einer kurzzeitigen Über-
15 lastung bis zu einem Motorstrom von z.B. 15A. Im unbelasteten Zustand führt der Motor M z.B. einen Strom von 1 bis 2A bei einer Drehzahl von etwa 30.000 Umdr/Min, während für eine im Betrieb günstige Drehzahl und für eine niedrige Drehzahl Werte von z.B. 10.000 bzw. 3.000 Umdr/Min genannt werden
20 können.

Da die Erfindung sich auf eine Motorregelschaltung beschränkt, werden Details eines Handwerkzeugs, Haushaltgeräts oder einer Tischmaschine mit einem solchen Antriebsmotor M hier nicht weiter beschrieben. Es sei bemerkt, daß
25 bei einer Motorregelschaltung der betreffenden Art kein unmittelbar mit dem Motor gekuppelter Tachogenerator verwendet wird, der ein Tachomeßsignal für die Regelschaltung liefern würde. Aus den eingangs erwähnten Gründen wird eine Motorregelschaltung bevorzugt, die ein den Motorstrom
30 vertretendes Meßsignal von einem dem Motorspeisekreis zugeordneten Strommeßfühler enthält der bei der hier beschriebenen Ausführungsform die Gestalt eines im Motorspeisekreis untergebrachten Messwiderstands R_m hat, auf dem noch zurückgekommen wird.

35 In bezug auf das Triak T sei nur bemerkt, daß es in weiter zu beschreibender Weise ein impulsförmiges Signal enthält, wodurch der veränderliche Leitungswinkel des Triaks geregelt wird, wodurch der Motorstrom gesteuert wird.

Wie gesagt, hat der verwendete Strommeßfühler in der beschriebenen Ausführung einer Motorregelschaltung bekannter Art die Gestalt eines im Motorspeisekreis des Motors M untergebrachten Messwiderstands R_m , der das für die Regelschaltung erforderliche Strommeßsignal in Form einer zum Motorstrom proportionalen Meßspannung anbietet. Der Strommeßfühler kann jedoch auch in anderer Weise ausgebildet sein z.B. in der Gestalt eines dem Motorspeisekreis zugeordneten Stromtransformators oder eines magnetischen Detektors. Nachstehend tritt der Messwiderstand R_m jeden beliebigen, geeigneten Strommeßfühler, der zur Lieferung eines den Motorstrom vertretenden Meßsignals fähig ist.

Der Messwiderstand R_m hat z.B. einen Wert von 0,20hm, sodaß innerhalb des betreffenden Regelgebiets, d.h. zunächst bis zu dem nominellen Belastungswert des Motors M, eine Meßspannung von etwa 0,2 bis 1,0V (effektiv) und darauf bei einer kurzzeitigen Zunahme des Motorstroms bis zu etwa 15A (maximal zulässige Überlastung) eine Meßspannung von 1,0 bis 3,0V (effektiv) über den Messwiderstand R_m auftritt.

In dieser Hinsicht sei bemerkt, daß zur Verringerung der in einem Messwiderstand R_m mit einem Wert von 0,20hm entwickelten Wärme ein Messwiderstand mit erheblich geringerem Widerstandswert von z.B. 0,0140hm mit einer darauffolgenden, in Fig. 1 nicht dargestellten Vorverstärkungsstufe mit einem Verstärkungsfaktor von etwa 14 verwendet werden kann, wobei am Ausgang dieser Vorverstärkungsstufe eine Meßspannung der vorerwähnten Spezifikation auftritt. Die Verwendung eines solchen Messwiderstands mit erheblich geringerem Widerstandswert in Kombination mit einer zugehörigen Vorverstärkungsstufe ist besonders empfehlenswert in den Fällen, in denen die vom Messwiderstand entwickelte und passend abzuführende Wärme eine wesentliche Rolle spielt, wie z.B. bei Miniaturisierung der Motorregelschaltung, z.B. in Form einer integrierten Schaltung. In dieser Beschreibung wird davon ausgegangen, daß der Messwiderstand R_m nach Fig. 1 gegebenenfalls durch einen Messwiderstand mit geringerem Widerstandswert mit einer zugehörigen Vorverstärkungsstufe ersetzt wird, wobei

über den Ausgang der Stufe eine ("die") Meßspannung auftritt.

Diese Meßspannung wird gegebenenfalls über einen Widerstand 3 dem nicht-umkehrenden Eingang eines Operationsverstärkers 4 zugeführt, dessen umkehrender Eingang in üblicher Weise mit zwei Widerständen 5 und 6 mit den Werten r_5 und r_6 eines Gegenkopplungsnetzwerks verbunden ist. Die durch den Operationsverstärker 4 mit den Widerständen 5 und 6 gebildete Verstärkerstufe hat somit einen Übertragungsfaktor $\frac{r_5 + r_6}{r_6}$.

Die in der Verstärkungsstufe 4,5,6 verstärkte Meßspannung wird über einen Widerstand 7 mit dem Wert r_7 einem einseitigen Gleichrichter 8 zugeführt, der ein durch einseitige Gleichrichtung der verstärkten Meßspannung gebildetes Meßsignal abliefert, das nach Welligkeitsglättung durch einen Elektrolytkondensator 9 als Messwert über einem Widerstand 10 mit dem Wert r_{10} erscheint, der als Eingangswiderstand mit dem nicht-umkehrenden Eingang eines Operationsverstärkers 11 verbunden ist, dessen umkehrender Eingang in üblicher Weise mit einem aus zwei Widerständen 12 und 13 mit Werten r_{12} und r_{13} bestehenden Gegenkopplungsnetzwerk verbunden ist, woraus ein Stufenverstärkungsfaktor $\frac{r_{12} + r_{13}}{r_{13}}$ resultiert. Mit einem nichtumkehrenden Eingang des Operationsverstärkers 11 ist ferner ein Ende eines veränderlichen Widerstands R_v verbunden, dessen anderes Ende ein festes Einstellpotential von z.B. -5V führt.

Der veränderliche Widerstand R_v bildet ein Betätigungsorgan, das im Betrieb durch den Gebraucher des Handwerkzeugs, des Haushaltgeräts oder der Tischmaschine betätigt werden kann, dessen bzw. deren die betreffende Motorregelschaltung einen Teil bildet. Bei einem Handwerkzeug, z.B. einer elektrischen Bohrmaschine, ist der veränderliche Widerstand R_v z.B. derart ausgebildet und am Werkzeug angebracht, daß er mit einem oder mehreren Fingern der das Werkzeug haltenden Hand betätigt werden kann. Vor der Beschreibung der Wirkung dieser Betätigung sei noch folgendes bemerkt. Das im vorhergehenden Absatz angegebene Einstellpotential erscheint über den veränderlichen Widerstand R_v als ein Einstellwert, der im

Eingangswiderstand 10 der schon erwähnten Verstärkerstufe 10-13 durch Addition mit dem über den Widerstand 7 und den Gleichrichter 8 ebenfalls am Eingangswiderstand 10 auftretenden Messwert kombiniert wird. Der Operationsverstärker 11 mit den Widerständen 7 und 10, dem variablen Widerstand R_v und den Gegenkopplungswiderständen 12 und 13 liefert ein analoges Regelsignal an den einen Eingang eines nächstfolgenden Operationsverstärkers 14. Die Betätigung des variablen Widerstands R_v führt jedoch eine Änderung des Übertragungsfaktors mit sich, mit dem die Kombination des Messwerts und des Stellwerts durch die Verstärkungsstufe 10-13 in dieses analoge Regelsignal umgewandelt wird. Hierauf wird weiter unten noch eingegangen.

Der erwähnte, nächstfolgende Operationsverstärker 14 ist am anderen Eingang mit dem Ausgang eines Sägezahnwellengenerators 15 gekoppelt, der über einen Widerstand 16 und gegebenenfalls für Korrekturzwecke noch über einen Widerstand 17 von dem Wechselstromspeisenetz synchronisiert wird und der ein Sägezahnwellensignal mit einer Wiederholungsfrequenz von 100Hz und z.B. einer Amplitude von 5V dem anderen Eingang des Verstärkers 14 zuführt. Das erhaltene Ausgangssignal des Verstärkers 14 hat z.B. die Gestalt eines Impulszugs mit einer Periode von z.B. 10msek. und einer Impulsdauer von z.B. 50 μ sek. Dieser Impulszug wird von einem Verstärker 18 in ein impulsförmiges Stromsignal von z.B. 50 bis 100mA umgewandelt, das als endgültiges Regelsignal für die Regelung des Leitungswinkels des Triaks T letzterem zugeführt wird.

Die Fig. 1 zeigt nicht die für die Gleichstromversorgung der gegebenenfalls dem Messwiderstand oder einem anderen Strommeßfühler zugeordneten Vorverstärkungsstufe, die Verstärkungsstufe 4,5,6, die weitere Verstärkungsstufe 11, 12,13, den nächstfolgenden Verstärker 14, den Sägezahnwellengenerator 15 und für den Verstärker 18 dienende Speiseschaltung. Diese Schaltung kann eines beliebigen Typs sein.

Weiter sei bemerkt, daß die verschiedenen Stufen der Motorregelschaltung nach Fig. 1 als Spannungsverstärkungs-schaltungen beschrieben worden sind, jedoch mindestens eine

dieser Stufen auch als Stromverstärkungsstufe ausgebildet sein kann. Vollständigkeitshalber sei noch bemerkt, daß bei der Ausbildung der unterschiedlichen Stufen als Spannungsverstärkungsstufe z.B. die nachfolgenden, praktischen Werte benutzt werden können:

Wenn angenommen wird, daß über den Messwiderstand R_m von 0,20hm (oder über den Ausgang der an Stelle desselben benutzten Vorverstärkungsstufe) eine Meßspannung von 0,2 bis 1 V_{eff} erscheint, ruft die Verwendung eines Stufenverstärkungsfaktors 5 für die Verstärkungsstufe 4,5,6 die Erscheinung einer verstärkten Meßspannung von 1 bis 5 V_{eff} am Ausgang der Verstärkungsstufe hervor. Der Widerstand 7, über den diese verstärkte Meßspannung dem einseitigen Gleichrichter 8 zugeführt wird, hat z.B. einen Wert von 250KOhm, während für den variablen Widerstand R_v z.B. ein Wert von 150 bis 1000kOhm verwendet wird. Der aus dem einseitigen Gleichrichtung der verstärkten Meßspannung von 1 bis 5 V_{eff} entstammende, durch den Elektrolytkondensator 9 geglättete Messwert hat im Eingangswiderstand 10 von z.B. 31kOhm einen Gleichspannungswert von etwa 0,05 bis 0,25 V(negativ). Dabei kommt über den Regelwiderstand R_v der Stellwert von z.B. -5V im Eingangswiderstand auf mit einem Wert von 0,15 bis 0,86V (negativ), aus dem nach Verstärkung in der Verstärkungsstufe 11,12,13 mit einem Stufenverstärkungsfaktor 5 ein analoges Regelsignal mit einem im Bereich von 1 bis 5V(negativ) liegenden Wert erhalten wird. Die nächstfolgende Verstärkungsstufe 14 leitet aus dem von dem Regelsignal und aus dem von dem Sägezahnwellengenerator 15 stammenden Sägezahnwellensignal den beschriebenen Impulszug ab. Es wird im übrigen einleuchten, daß bei einer Motorregelschaltung der beschriebenen Art bekannten Typs auch andere praktische Werte für die unterschiedlichen Verstärkungsfaktoren und Impedanzen benutzt werden können. Bei Ausbildung der Motorregelschaltung in Form einer möglichst integrierten Schaltung wird die Wahl der unterschiedlichen Impedanz- und Verstärkungsfaktorwerte vor allem durch die Eigenschaften der zur Verfügung stehenden Einzelteile bedingt bzw. an diese angepasst.

Wie gesagt, tritt bei Verwendung einer Motorregelschaltung des bekannten Typs nach Fig. 1 für ein Handwerkzeug, ein Haushaltgerät oder eine Tischmaschine unter anderem die unerwünschte Erscheinung auf, daß der Übergang von dem unbelasteten Zustand in eine verhältnismässig geringe Motorbelastung eine unerwünscht starke Verringerung der Motordrehzahl mit sich bringt.

Die Erfindung schafft eine Lösung für dieses Problem, indem einer betreffenden Stufe einer Motorregelschaltung nach Fig. 1, z.B. der Verstärkungsstufe 4,5,6 ein nicht-lineares Element in der Weise zugeordnet wird, daß eine Veränderung der Meßspannung im ersten Teil des Regelgebiets eine dazu unproportionale, grössere, relative Änderung des endgültigen Messwerts hervorruft. Die Fig. 2,3 und 4 zeigen einige praktische Beispiele der Massnahmen nach der Erfindung in der Verstärkungsstufe 4,5,6. Dazu ist auch in diesen Figuren das links in Fig. 1 mit einer unterbrochenen Linie umgebende Detail wieder gezeichnet.

In Fig. 2 vertritt R_m den Messwiderstand nach Fig. 1 (oder den Ausgang einer einem Messwiderstand geringeren Impedanzwertes zugeordneten Vorverstärkungsstufe). Die dabei gelieferte Meßspannung wird über ein Netzwerk mit einer Reihenimpedanz 23 und einer Parallelimpedanz 22 dem nicht-umkehrenden Eingang eines Operationsverstärkers 24 zugeführt, dessen umkehrender Eingang in gleicher Weise wie bei dem Operationsverstärker 4 in Fig. 1 mit einem aus zwei Widerständen 25 und 26 mit Widerstandswerten r_{25} und r_{26} bestehenden Gegenkopplungsnetzwerk verbunden ist.

Da am Eingang der Verstärkungsstufe 24,25,26 durch Spannungsteilung der über den Widerstand R_m auftretenden Meßspannung im Verhältnis von $\frac{r_{22}}{r_{22} + r_{23}}$ auftritt (r_{22} und r_{23} vertreten die betreffenden Impedanzwerte der Parallelimpedanz 22 und der Reihenimpedanz 23), soll der durch das Verhältnis $\frac{r_{25} + r_{26}}{r_{26}}$ bedingte Verstärkungsfaktor umgekehrt proportional zu dem vorerwähnten Spannungsteilverhältnis grösser als bei der Verstärkungsstufe 4,5,6 nach Fig. 1 gewählt werden, um eine verstärkte Meßspannung vergleichbarer Grösse

wie in Fig. 1 zu erhalten.

Es sei nebenbei bemerkt, daß die etwaige Anwesenheit des Widerstands 3 zwischen dem Messwiderstand R_m und dem nichtumkehrenden Eingang des Operationsverstärkers 4 bei der Motorregelschaltung bekannten Typs nach Fig. 1 im Prinzip nicht eine Spannungsteilung nach Fig. 2 mittels der beiden Impedanzen 22 und 23 herbeiführt. Eine solche Spannungsteilung der Meßspannung könnte zwar bei einer Motorregelschaltung bekannter Art durchgeführt werden, z.B. wenn die Meßspannung in Form der verstärkten Ausgangsspannung einer Vorverstärkungsstufe vorerwähnter Art geliefert wird.

Eine solche Spannungsteilung, die somit am Eingang der Verstärkungsstufe 24,25,26 sowie am Ausgang einer vorhergehenden Vorverstärkungsstufe (oder auch am Ausgang der Verstärkungsstufe 24,25,26 selbst) stattfinden kann, bildet für die in Fig. 2 dargestellte Ausführungsform zwar eine notwendige, aber keine hinreichende Massnahme. Gewöhnlich ist es so, vorausgesetzt, daß die zusammensetzenden Elemente eines Spannungsteilers eine annähernd gleiche Spannungsabhängigkeit aufweisen. Bei der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform der Erfindung muss jedoch die Reihenimpedanz 23 einen positiven Spannungskoeffizienten und/oder die Parallelimpedanz 22 einen negativen Spannungskoeffizienten haben, so daß bei einer Zunahme der Meßspannung über den Messwiderstand R_m und des durch diese in der Reihenschaltung der beiden Impedanzen 22 und 23 hervorgerufenen Stromes um das Spannungsteilverhältnis $\frac{r_{22}}{r_{22} + r_{23}}$ geringer wird. Dies hat selbstverständlich zur Folge, daß die am Eingang der Verstärkerstufe 24,25,26 auftretende "geteilte" Meßspannung eine geringere relative Zunahme als bei der Verstärkungsstufe 4,5,6 nach Fig. 1 aufweist.

Es sei bemerkt, daß bei der Ausführungsform nach Fig. 2 die Anforderung eines positiven Spannungskoeffizienten für die Reihenimpedanz und/oder eines negativen Spannungskoeffizienten für die Parallelimpedanz in indirekter Weise dadurch

erfüllt wird, daß für die erwähnten Impedanzen ein Reihenwiderstand 23 mit positivem Temperaturkoeffizienten und/oder ein Parallelwiderstand 22 mit einem negativen Temperaturkoeffizienten verwendet werden. Im Prinzip kann z.B. für 5 Signalisierungszwecke die Reihenimpedanz 23 aus einer Glühbirne bestehen.

Fig. 3 zeigt eine andere Ausführungsform der Erfindung, wobei dem Eingang einer Verstärkungsstufe 34,35,36 (oder dem Ausgang einer nicht dargestellten Vorverstärkungsstufe) 10 wieder ein (spannungsteilendes) Netzwerk mit einer Reihenimpedanz 33 und einer Parallelimpedanz 32 zugeordnet ist. Dabei ist jedoch zur Parallelimpedanz 32, die in dieser Ausführungsform im Prinzip einen gleichen Spannungskoeffizienten haben kann wie die Reihenimpedanz 33, eine Reihenschaltung 15 einer Diode 30 und eines Widerstands 31 parallel geschaltet. Infolgedessen wird die am nichtumkehrenden Eingang des Operationsverstärkers 34 erscheinende, geteilte Meßspannung, deren Grösse im blockierten Zustand der Diode 30 durch das Spannungsteilverhältnis $r_{32}/(r_{32} + r_{33})$ bedingt wird, beim 20 Erreichen eines Werts von etwa 0,7V, für den die Diode 30 leitend wird, bei einer weiteren Zunahme der über den Meßwiderstand R_m auftretenden Strommeßspannung nicht länger einer Spannungsteilung gemäss dem erwähnten Verhältnis unterworfen, sondern einem Verhältnis, das hier kurzzeitigshalber 25 als $(r_{32}/r_{31})/(r_{32}/r_{31} + r_{33})$ angedeutet wird und einen kleineren Wert hat als das ursprüngliche Teilverhältnis $r_{32}/(r_{32} + r_{33})$. Wenn z.B. für die Widerstände 31 bis 36 Widerstandswerte von 0,5kOhm, 0,5kOhm, 1kOhm, 140kOhm bzw. 10kOhm gewählt werden, ergibt sich daraus ein erster Verstär- 30 kungsfaktor 15 für die Verstärkungsstufe 34,35,36. Bevor die Spannung am Widerstand 32 den Schwellenwert überschreitet und die Diode 30 in den leitenden Zustand gelangt, wird die durch den Meßwiderstand R_m gelieferte Spannung dem Spannungsteilverhältnis von 1/3 unterworfen, woraus für die ganze Schal- 35 tung nach Fig. 3 ein Übertragungsfaktor mit einem Wert 5 erhalten wird, was auch bei der Verstärkungsstufe 4,5,6 nach Fig. 1 angenommen wurde. Sobald die Diode 30 jedoch in den

leitenden Zustand kommt, wird der Widerstand 31 zum Widerstand 32 parallel geschaltet, wodurch ein Spannungsteilverhältnis von $1/5$ auftritt. Die Übertragungskennlinie der nach Fig. 3 modifizierten Verstärkungsstufe hat somit
5 zunächst einen Neigungswinkel dessen Tangenz $1/3 \times 15 = 5$ beträgt, wie vorher in Fig. 1, wobei jedoch ab einem durch die Eigenschaften der Diode 30 bestimmten Wert einen Neigungswinkel, dessen Tangenz nach $1/5 \times 15 = 3$ geht.

Bei den an Hand der Fig. 2 und 3 beschriebenen Ausführungsformen der Erfindung wird ein Netzwerk mit einem nicht linearen Element am Eingang oder am Ausgang einer Verstärkungsstufe verwendet. Fig. 4 zeigt eine Ausführungsform, in der ein solches Netzwerk dem Gegenkopplungsnetzwerk der Verstärkungsstufe zugeordnet ist bzw. einen Teil davon
15 bildet.

In Fig. 4 ist, wie in Fig. 1, noch einen Eingangswiderstand 43 angegeben, aber dieser kann grundsätzlich weglassen werden. Fig. 4 zeigt ferner einen Operationsverstärker 44, dessen umkehrender Eingang in gleicher Weise wie bei den
20 vorher beschriebenen Ausführungsformen mit einem aus zwei Widerständen 45 und 46 bestehenden Gegenkopplungsnetzwerk verbunden ist. Dabei ist jedoch zum Gegenkopplungswiderstand 45 die Reihenschaltung einer Zenerdiode 47 und eines Widerstands 48 parallel geschaltet. Dies hat zur Folge, daß sobald
25 die Rückkoppelspannung über den Widerstand 45 den Schwellenwert (z.B. 4,3V) der Diode 47 überschreitet, der Widerstand 48 effektiv zur Rückkoppelwiderstand 45 parallel geschaltet wird, woraus ein höheres Rückkoppelverhältnis bzw. ein geringerer Stufenverstärkungsfaktor resultiert. Die
30 erhaltene Wirkung ist der der Ausführungsform nach Fig. 3 vergleichbar.

Die vorstehend an Hand der Fig. 2, 3 und 4 beschriebenen Ausführungsformen dienen nur als Beispiele der Verwendungsart der erfindungsgemäss vorgeschlagenen Massnahme. Eine weitere
35 Möglichkeit liegt z.B. darin, daß das der Verstärkungsstufe 4, 5, 6 zugeordnete Netzwerk als nicht-lineares Element einen Transduktor mit einem sättigbaren magnetischen Kreis enthält. Zusammenfassend kann die Massnahme nach der Erfindung

umschrieben werden als derartiger Zusatz eines nicht-linearen Elements an eine betreffende Stufe, z.B. die Verstärkungsstufe 4,5,6 nach Fig. 1, einer Motorregelschaltung, daß eine Änderung der Motormeßspannung im ersten Teil des Regelgebiets eine unproportional grössere Änderung der für weitere Verarbeitung zur Verfügung kommenden Messinformation herbeiführt.

Im vorherstehenden ist bereits beschrieben, daß diese weitere Verarbeitung der zur Verfügung kommenden Messinformation unter anderem bedeutet, daß ein betreffender Messwert in einer weiteren Stufe der Regelschaltung (siehe die Einzelteile 10 bis 13 in Fig. 1) mit einem Stellwert kombiniert und in ein analoges Regelsignal umgewandelt wird, wobei der Übertragungsfaktor mittels des als Betätigungsorgan wirkenden, variablen Widerstands R_v beeinflusst wird. Wie weiter unten erläutert wird, hat bei einer Motorregelschaltung bekannten Typs nach Fig. 1 eine solche Betätigung des variablen Widerstands R_v nicht nur eine Änderung des erwähnten Übertragungsfaktors der Verstärkungsstufe 10 bis 13, sondern ebenfalls eine Änderung des Verhältnisses zur Folge, in dem der Messwert und der Stellwert miteinander kombiniert werden. Mehr insbesondere ergibt sich, daß bei einem geringen Restwert des variablen Widerstands R_v , d.H. bei einer auf das Erreichen einer verhältnismässig hohen Motordrehzahl gerichteten Betätigung des variablen Widerstands R_v , der Messwert bei seiner Kombination auftretende mit dem Stellwert derart abgenommen hat, daß eine unter diesen Umständen auftretende Belastungszunahme wieder eine unerwünscht starke Verringerung der Motordrehzahl ergibt. Dies wird hier näher erläutert.

Wie vorstehend beschrieben ist, erscheint bei der bekannten Motorregelschaltung nach Fig. 1 der Messwert am Eingangswiderstand 20 des als Vergleichsstufe wirkenden Verstärkers 11 über den Widerstand 7 und den Gleichrichter 8, während der Stellwert über den vom Gebraucher zu betätigenden Widerstand R_v am Eingangswiderstand 10 erscheint. Für die Widerstandswerte r_7 , r_v und r_m der betreffenden Widerstände 7, R_v und 10 wurden im vorstehenden als kennzeichnende Werte 250kOhm, 150kOhm bis 1000kOhm und 31kOhm angegeben. Eine

einfache Berechnung (Thevenin) lehrt, daß im Eingangswiderstand 10 eine Kombination des Messwerts (e_m) und des Stellwerts (e_s) zu einem (unverstärkten) Regelwert (e_c) der nachfolgenden Gestalt führt: $e_c = r_p/r_7 \cdot e_m + r_p/r_v \cdot e_s$, wobei r_p den
 5 aus der Parallelschaltung der drei Widerstände 7, r_v , und 10 entstehenden Widerstandswert angibt.

Wenn für diesen Widerstandswert geschrieben wird:

$$r_p = \frac{r_c \cdot r_v}{r_c + r_v}$$

wobei $r_c = \frac{r_7 \cdot r_{10}}{r_7 + r_{10}}$ (=konstant), kann die vor-

10 erwähnte Formel für den Regelwert umgeschrieben werden in:

$$e_c = \frac{r_c}{r_c + r_v} (r_v/r_7 \cdot e_m + e_s) .$$

Diese Formel verdeutlicht, daß bei der in der Verstärkungsstufe 11,12,13 durchgeführten Kombination des Messwerts e_m und des Stellwerts e_s und deren Umwandlung in das analoge
 15 (verstärkte) Regelsignal e_c nicht nur eine Abschwächung im erwünschten Verhältnisses $r_c/r_c + r_v$ der beiden Werte e_m und e_s auftritt, sondern ebenfalls eine weitere Abnahme im Verhältnisses r_v/r_7 ausschliesslich des Messwerts e_m . Für den Messwert e_m gilt somit, daß er sich, je kleiner der Wider-
 20 standswert r_v des variablen Widerstands R_v wird, um so weniger gelten lässt. Eine solche Situation tritt insbesondere auf wenn der variable Widerstand R_v nach Fig. 1 zum Erreichen einer verhältnismässig hohen Drehzahl von
 Gebraucher derart betätigt ist, daß nur noch ein geringer
 25 Restwert r_v effektiv ist. Es kann z.B. an einen Restwert von 150kOhm an Stelle des für r_v genannten, maximalen Wert von 1000kOhm gedacht werden. Es wird einleuchten, daß unter diesen Umständen eine sehr erhebliche Abschwächung des Messwerts e_m in bezug auf den Stellwert e_s auftritt, wodurch eine
 30 unerwünscht starke Verringerung der Motordrehzahl bei Belastungszunahme auftritt.

Wie gesagt, schafft die Erfindung eine Lösung für dieses Problem, indem ein Betätigungsorgan einer Motorregelschaltung vorerwähnter Art in der Weise zugeordnet wird, daß
 35 eine Betätigung des Betätigungsorgans gegenseitig gleiche Änderungen des Messwerts und des Stellwerts herbeiführt. Die Fig. 5,6 und 7 zeigen einige praktische Beispiele der Verwen-

5
10
15
20

derung der Erfindung bei der Verstärkungsstufe 11,12,13 nach Fig. 1. Dazu ist in diesen Figuren das rechts in Fig. 1 mit unterbrochenen Linien umrissene Detail erneut wiedergegeben, jedoch gemäss der Erfindung. In Fig. 5 erfolgt an dem nicht-umkehrenden Eingang der Verstärkungsstufe 11,12,13 die Addition der bzw. über den Widerstand 7 und den Gleichrichter 8 erscheinenden Messwert e_m und Stellwert e_g in einem Eingangswiderstand 10_v , der als variabler Widerstand mit einem Maximalwert von z.B. 50kOhm ausgebildet ist, während der Stellwert von z.B. -5V über einen Widerstand 20 mit einem festen Widerstandswert von z.B. 500kOhm unter einem festen Einstellpotential von -5V angeboten wird. Es wird einleuchten, daß eine aus Betätigung von einem Gebraucher folgende Verringerung des Widerstandswerts r_v des variablen Stellwiderstands 10_v in der Ausführungsform nach Fig. 5 entsprechende relative Änderungen des Messwerts e_m und des Stellwerts e_g herbeiführt, so daß die bei der Motorregelschaltung nach Fig. 1 bekannten Typs auftretende, unerwünschte Abschwächung des Messwerts in bezug auf den Stellwert bei verhältnismässig hohen Drehzahlen nicht auftritt.

25
30
35

In der Ausführungsform nach Fig. 6 ist der als Betätigungsorgan wirkende, variable Widerstand nach dem Ausgang der Verstärkungsstufe 11,12,13 versetzt, wobei der Ausgangswiderstand 22 einen Spannungsteiler bildet, wozu auch ein Reihenwiderstand 11 gehört. In dieser Ausführungsform hat der feste Widerstand 10 den für Fig. 1 genannten Wert von 50kOhm, während der Widerstand 20 den für Fig. 1 genannten Wert von 500kOhm hat. Für den Reihenwiderstand kann ein Wert von etwa 100kOhm gewählt werden, während der variable Widerstand 22_v einen Wert von z.B. 400kOhm hat. Gegebenenfalls kann für die Widerstände 12 und 13 ein anderes Wertverhältnis als für Fig. 1 gewählt werden. Es wird auch hier einleuchten, daß eine bei Betätigung von einem Gebraucher auftretende Verringerung des Widerstandswerts r_v des variablen Widerstands 22_v auch bei der Ausführungsform nach Fig. 6 entsprechende relative Änderungen des Messwerts e_m und des

Stellwerts e_s hervorruft, so daß die bei der Motorregelschaltung nach Fig. 1 bekannter Art auftretende, unerwünschte Verringerung des Messwerts in bezug auf den Stellwert bei verhältnismässig hohen Drehzahlen nicht auftritt.

- 5 Bei den an Hand der Fig. 5 und 6 beschriebenen Ausführungsformen der Erfindung wird die beabsichtigte, gleichmässige Beeinflussung des Messwerts e_m und des Stellwerts e_s durch den Zusatz des variablen Widerstands 10_v bzw. 22_v an den Eingang bzw. den Ausgang der Verstärkungsstufe 11, 12, 13
- 10 durchgeführt. In der Ausführungsform nach Fig. 7 bildet der variable Widerstand 24_v hingegen einen Teil der Gegenkoppelimpedanz 23, 24, 25 des Operationsverstärkers 11, während die beiden festen Widerstände 10 und 20 wieder die gleiche Funktion wie in der Ausführungsform nach Fig. 6 erfüllen.
- 15 Auch bei der Ausführungsform nach Fig. 7 führt die Einstelländerung des in diesem Fall als Potentiometer ausgebildeten Widerstands 24_v eine gleiche, relative Beeinflussung des Messwerts e_m und des Stellwerts e_s herbei.

Die Wirkung dieser erfindungsgemäss vorgeschlagenen,

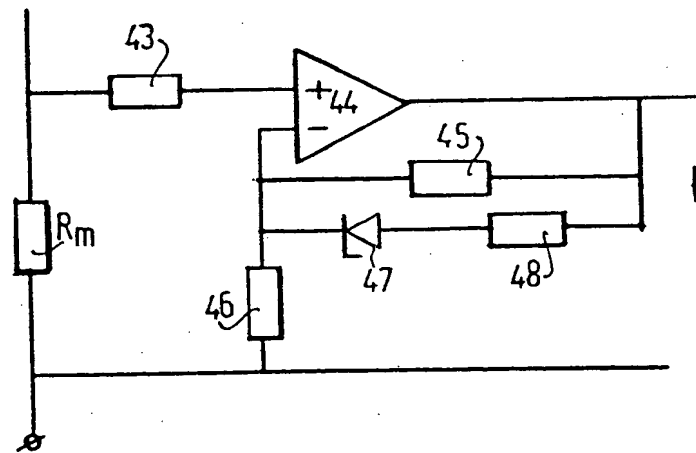
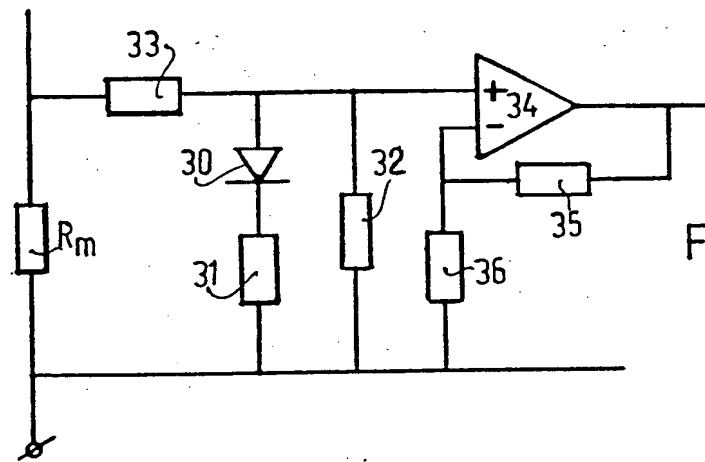
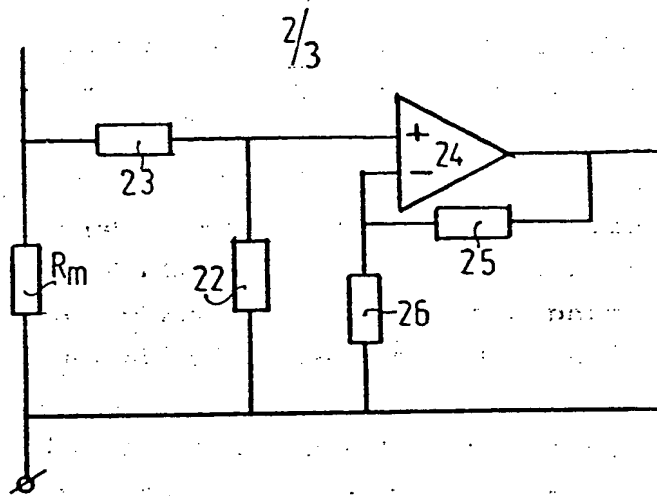
20 gleicher relativen Beeinflussung des Messwerts und des Stellwerts im Vergleich zu der bekannten Motorregelschaltung nach Fig. 1 ist, daß bei verhältnismässig hohen Drehzahlen eine Belastungszunahme keine unerwünscht starke Verringerung der Drehzahl hervorruft.

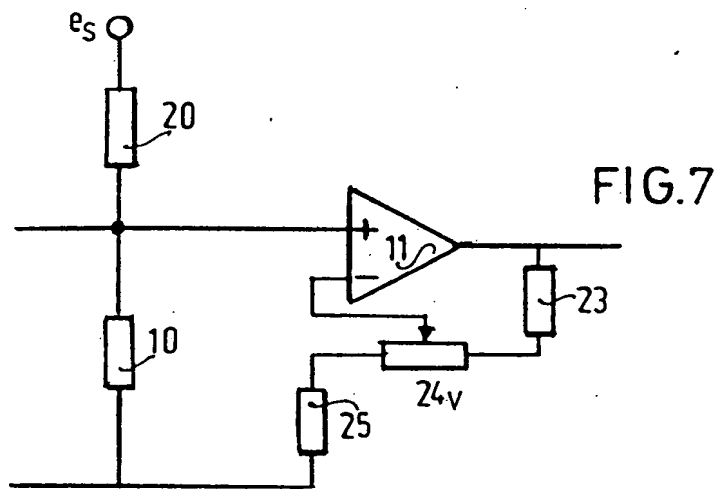
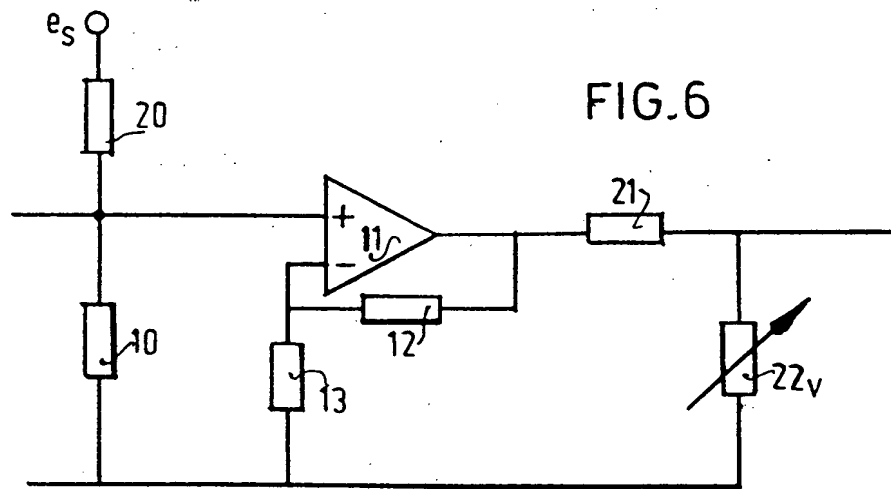
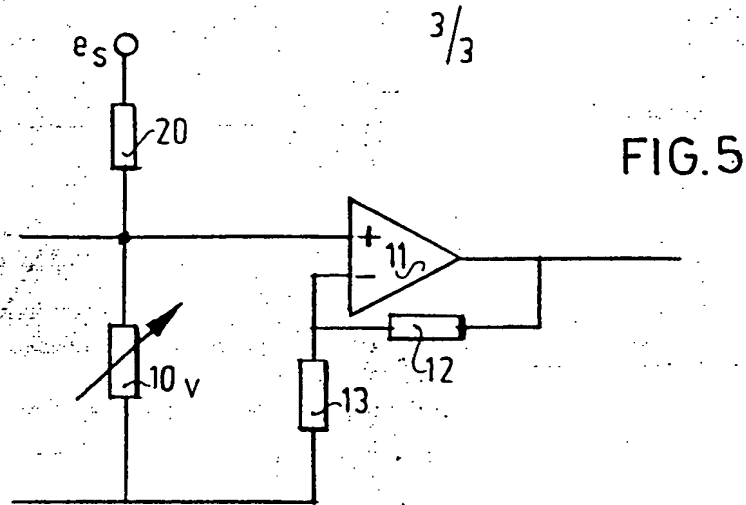
- 25 Die vorstehend beschriebenen Massnahmen nach der Erfindung sind darauf gerichtet, den Messwert stets beim Auftreten einer Belastungszunahme auf einen zum Beibehalten der Motordrehzahl notwendigen Wert zu bringen oder auf diesem zu halten. Die Verwendung dieser Massnahmen schafft die Möglichkeit, eine mit einem Strommessfühler wirkende Motorregelschaltung
- 30 derart auszubilden, daß die Nachteile einer solchen Motorregelschaltung mit einem Tachogenerator wegfallen. Die bereits erwähnten Vorteile einer mit einem Strommessfühler wirkenden Motorregelschaltung z.B. geringere Abmessungen und
- 35 geringere Störempfindlichkeit im Vergleich zu einer Motorregelschaltung mit einem Tachogenerator werden hier vollständig erzielt.

Es sei noch bemerkt, daß in den an Hand der Fig. 5, 6 und 7 beschriebenen Ausführungsformen stets ein variabler Widerstand 10_v bzw. 22_v und 24_v als vom Gebraucher zu betätigendes Organ verwendet wird. Es wird einleuchten, daß
5 die Erfindung sich nicht auf die Verwendung eines variablen Widerstands als Betätigungsorgan beschränkt. Stattdessen kann ein Betätigungsorgan einer beliebigen anderen Art verwendet werden, das sich durch eine äquivalente Ersatzimpedanz mit einem variablen Wert r_v kennzeichnet. Im allgemeinen
10 kann bei einem solchen Betätigungsorgan an eine mechanisch, optisch oder magnetisch wirksame Vorrichtung mit mindestens einer elektrischen oder elektronischen Komponente gedacht werden, wobei die äquivalente Ersatzimpedanz r_v sich durch einfache Handbetätigung ändern lässt.

15 Als Beispiel einer solchen Komponente können ausser dem erwähnten variablen Widerstand oder Potentiometer noch erwähnt werden: ein druckempfindlicher Widerstand aus elektrisch leitendem Kautschuk, eine Lampe oder eine lichtemittierende Diode in Kombination mit einem lichtempfind-
20 lichen Widerstand, ein Phototransistor, eine Photodiode, ein Hall Sensor oder ein magnetisch beeinflussbarer Widerstand. Wie gesagt, ist die Erfindung nicht auf eine spezifische Ausbildung des Betätigungsorgans gerichtet, sondern nur auf die Weise, in der das Organ der Motorregelschaltung zugeordnet
25 ist.

Wie vorstehend erläutert, schafft die Erfindung die Möglichkeit, die Probleme, die bisher dem Ersatz einer Motorregelschaltung mit einem Tachogenerator durch eine Motorregelschaltung mit einem Strommesfühler im Wege standen und
30 die sich in Form unerwünschter Drehzahlverringerungen im Betrieb äussern, zu beseitigen. Der Effekt der erfindungsgemäss vorgeschlagenen Massnahmen äussert sich im verbesserten Betätigungscomfort bei elektrisch angetriebenen Handwerkzeugen, Tischmaschinen oder Haushaltgeräten mit einem aus dem
35 Wechselstromnetz zu speisenden Reihenmotor.





Nummer: 351 438
 Int. Cl.: H 02 P 7/62
 Anmeldetag: 4. April 1985
 Offenlegungstag: 14. November 1985

- 27 -

3512438

